Aus dem Institut für med. Chemie und Hygiene
der Universität Göttingen.
Direktor: Professor Dr. F. Schütz.

# Ein Beitrag zur Kaltsterilisation von zahnärztlichen Instrumenten, von Hand- und Winkelstücken mit Zephirol

## Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät der Georg-August-Universität
zu Göttingen

vorgelegt
am 3. Februar 1939
von

**Kurt Redecker**
appr. Zahnarzt
aus Hannover

GÖTTINGEN 1939
BUCHDRUCKEREI FERDINAND PIEPER / WEENDE-GÖTTINGEN

Dekan: Prof. Dr. Krantz
Berichterstatter: Prof. Dr. F. Schütz

---

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Februar 1939

Die Zahl der im Handel befindlichen Desinfektionsmittel ist außerordentlich groß. Aber immer neue Versuche, sei es mit neuen Mitteln oder durch Leistungssteigerung schon vorhandener Mittel, die Eigenschaften der Desinfektionsmittel zu steigern oder zu vervollkommnen, deuten einerseits daraufhin, wie wichtig eine einwandfreie Desinfektion für den Praktiker ist, aber andererseits auch, daß dieses Problem noch nicht als endgültig gelöst betrachtet werden kann. Im Rahmen der allgemeinen Desinfektion spielt die Keimfreimachung der in der Praxis verwendeten Instrumente eine große Rolle. Um eine solche Keimfreimachung zu erzielen, bedient man sich entweder physikalisch wirkender oder chemisch flüssiger bzw. chemisch gasförmiger Mittel. Von den Desinfektionsverfahren auf physikalischer Grundlage ist das allgemein verbreiteste, die Instrumente in kochendem Wasser zu desinfizieren. Es kann zwar eine Abtötung aller vegetativen Wuchsformen der Bakterien erzielen, aber in der praktischen Desinfektion muß eine gute Desinfektionsapparatur allen Anforderungen gewachsen sein, d. h. auch die widerstandsfähigsten Bakteriensporen abtöten (Gins). Breckenfeld fand bei seinen Versuchen, daß von 200 mit einem Gemisch aus Erde und Blut infizierten Instrumenten, die er 15 Minuten lang in Wasser ohne Sodazusatz kochte, noch 82,5 % mit überlebenden Erdsporen behaftet waren, nach 15 Minuten kochen in Wasser mit 2 % iger bzw. 5 % iger Sodalösung in 17 % bzw. 15 % der Fälle Instrumente mit überlebenden Erdsporen. Es reicht also das Abkochen nicht aus, ebenfalls der strömende Dampf nicht, sondern es muß gespannter Dampf angewendet werden. Die gebräuchlichsten Apparate töten bei 1—2 Atm. Druck gleich einer Temperatur von 100—120° alle eingebrachten Bakterien und Bakteriensporen in 30—45 Minuten sicher ab. Solche Apparate sind aber in der allgemeinen Praxis zu umständlich und zu teuer. Weitere Wege, physikalisch eine Keimfreiheit zu erzielen, sind die Apparate, die mit Heißluft bis zu 200° zwar eine Keimfreiheit herbeiführen, aber einen großen Nachteil haben. Da die Instrumente mindestens 30 Minuten einer derartigen Hitze ausgesetzt werden müssen, und der Stahl schon beginnt, bei 130° seine Härte zu verlieren, ist dieses Verfahren ungeeignet, denn gerade bei den zahnärztlichen Instrumenten, namentlich Bohrern ist die Schärfe und Schneidkraft und Härte von größter Bedeutung.

Bei den Versuchen durch chemisch flüssige — chemisch gasförmige Desinfektionsarten werden zur Instrumentedesinfektion kaum verwandt — Mittel, eine Desinfektion herbeizuführen, waren die am meisten gebrauchten die aus den Phenolreihen. Die uneingeschränkte Verwendbarkeit der quecksilberhaltigen Desinfektionsmittel: Sublimat und anderer Quecksilbersalze oder Komplexsalze wird dadurch erheblich beeinträchtigt, daß man durch die große Giftigkeit Schädigungen, ja Vergiftungen, bei metallischen Instrumenten Schädigungen durch Ausfällungen bei der Verwendung nicht ausschließen kann. Aber auch aus wirtschaftspolitischen Gründen ist man allgemein davon abgekommen, Quecksilberverbindungen zu benutzen, da wir aus eigenen Erzeugnissen bessere Desinfektionsmittel herstellen können. Bei den Phenolpräparaten wirkt sich fast ausnahmslos der Nachteil eines unangenehmen, nachhaltigen Geruchs aus. Am bekanntesten sind die in seifenhaltigen Lösungen im Handel befindlichen Mittel: Kresolseifenlösung und Lysol. Durch den Seifenzusatz soll die reinigende Wirkung gesteigert werden, andererseits sinkt der Desinfektionswert dadurch ab. Fast alle diese Mittel haben außerdem noch den Nachteil, daß die Desinfektionskraft beim Zusammentreffen auf Serum und eiweißhaltige Substanzen erheblich geschwächt wird (Domagk). Gerade aus den Phenolreihen sind in den letzten Jahren viele Desinfektionsmittel entwickelt worden, deren Verschiedenheiten in Art und Wirkung hier aufzuzählen zu weit führen würde.

Für eine praktisch einwandfreie Kaltsterilisation der Instrumente kommen schon aus diesen Gründen die eben erwähnten Mittel nicht in Frage. Denn es muß von einem Mittel, das zur Kaltsterilisation verwendet werden soll, verlangt werden, daß es neben seiner unbedingt sicheren Desinfektionskraft in möglichst kurzer Zeitdauer und möglichst geringer Konzentration, eine Flüssigkeit ist, die die Instrumente weder angreift noch verschmiert und keinen unangenehmen Geruch hat. Außer diesen Punkten muß noch folgendes verlangt werden:

klare, auch nach längerem Stehen nicht eintrübende Flüssigkeit
leichte Löslichkeit in Wasser
Ungiftigkeit und Unschädlichkeit
Licht-, Luft- und Temperaturbeständigkeit
gute Benetzung der infizierten Instrumente
Billigkeit im Verbrauch.

Ein Mittel, das diesen Forderungen weitestens entspricht, wurde im Februar 1935 von der I. G. Farbenindustrie unter dem Namen „Zephirol" in den Handel gebracht. Es wurden bei der Suche nach einer Ergänzung schon vorhandener Stoffe neue chemische Ver-

bindungen gefunden, die auf Anregung Schulemanns von Taub in den bakteriologischen Laboratorien der I. G. Farben entwickelt wurden. Nach Angabe der Firma stellt Zephirol das Chlorid eines basischen Phenolderivats dar und ist seiner chemischen Konstitution nach eine wäßrige Lösung eines Gemisches hochmolekularer Alkyldimethyl-benzyl-ammoniumchloride, und zwar ist die Handelsform eine wäßrige 10 %ige Lösung. Bei dieser Lösung besitzt nicht das Chlorid die hauptsächliche Desinfektionswirkung, es handelt sich also nicht um ein durch Oxydation wirkendes Mittel, sondern der Phenolkomplex ist der keimtötende Bestandteil. Die Flüssigkeit ist klar, entwickelt einen angenehmen an Kölnisch Wasser erinnernden Geruch und besitzt einen ausgesprochenen bitteren Geschmack. Auch nach längerem Stehen in einem unverschlossenen Gefäß tritt keine Trübung oder Ausfällung ein, lediglich der Geruch läßt etwas nach. Selbst in den größten Verdünnungen hat Zephirol eine stark schäumende Wirkung. Zephirol reagiert gegen Lackmus neutral oder höchstens schwach alkalisch, es besitzt einen ph-Wert von etwa 7,4.

Seine Verträglichkeit und Ungiftigkeit hat Domagk an Tierversuchen festgestellt und bezeichnet sie besser als die der meisten bekannten Desinfektionsmittel. Er stellte fest, daß subkutane und intrakutane Injektionen der Verdünnung 1 : 200 in Ohr und Bauchhaut von Kaninchen keine merklichen Gewebsreizungen verursachten. Peroral vertrugen Kaninchen 2—5 ccm der unverdünnten Handelslösung pro kg Körpergewicht. Nach derselben Menge Kresolseifenlösung oder Lysol gingen die Tiere ein. Meerschweinchen, die $^1/_2$ ccm Zephirol auf 5 ccm Wasser per os erhielten, zeigten keine Vergiftungserscheinungen. Ebenso beweisen die Arbeiten von Rodecurt, Schmidt und Caesar, die Zephirol zu Blasenspülungen $^1/_2$—1 %ig und zu Wundspülungen in der Gynäkologie ohne Schädigungen verwendet haben, daß Zephirol keine gewebsschädigende Eigenschaften hat. Hochmuth benutzte Zephirol zu Wundbädern in der Verdünnung 1 : 300 bei eitrigen Entzündungen, Hornung zur Behandlung von Furunkeln und Brustdrüsenabszessen. Die Arbeiten über die Händedesinfektion mit Zephirol von Jötten und Schön, Wetzel, Gorgon, Bisping, Cremer geben an, daß Zephirol im Vergleich zu anderen Mitteln keinerlei Hautschädigungen hervorruft. Damit wäre die Anforderung an ein Desinfektionsmittel: Ungiftigkeit und Unschädlichkeit erfüllt.

Die Desinfektionswirkung des Zephirols wurde schon von mehreren Autoren untersucht und angegeben. Und zwar bedienten sich die Autoren in erster Linie bei der Prüfung der Suspensionsmethode.

Hornung verglich die Wirkung des Zephirols mit der verschiedener anderer Desinfektionsmittel. Als Teststamm wurde ein Stamm Staphylococcus aureus verwendet und zwar mit und ohne

Eiweißzusatz. Es zeigte sich, daß durch Eiweißzusatz die Wirkung der Mittel herabgesetzt wurde, aber die Reihenfolge der Mittel in ihrer Wirkung ziemlich unverändert bleibt. Es wurde zur Abtötung des Stammes im Durchschnitt in $2^1/_2$ Minuten ohne Eiweißzusatz benötigt:

1. Zephirol 0,2 %
2. Sublimat 0,3 %
3. p-Toluolsulfonchloramid-Natrium 0,8 %
4. Lysol 0,9 %
5. Phenol 1,9 %
6. Sagrotan 2,3 %
7. „A" 2,5 %
8. Lysoform 15 %
9. Liqu. Form. sapon. über 30 %

Bei der Einwirkung von Zephirolverdünnungen auf verschiedene Staphylococcus-aureus-Stämme fand Hornung folgende Ergebnisse: in $2^1/_2$ Minuten wurden die Stämme durchschnittlich in 0,1—0,3%iger Verdünnung abgetötet. Bei Streptococcenstämmen

1. Haemolyticus 0,08—0,3 %
2. vergrünend 0,2—0,4 %

Bei Coli-Bakterien 0,2 %. Hornung bezeichnet Zephirol als einen Fortschritt auf dem Gebiete der Desinfektionsmittel.

Domagk ermittelte mit Hilfe der Suspensionsmethode die Zephirolverdünnungen, die innerhalb einer Zeit von $2^1/_2$ bis 5 Minuten ein Keimwachstum verhinderten.

| | nach $2^1/_2$ bzw. 5 Minuten | |
|---|---|---|
| Koli | 1 : 250 — 1 : 1000 | 1 : 250 — 1 : 500 |
| Typhus | 1 : 250 — 1 : 1000 | 1 : 100 — 1 : 1000 |
| Diphterie | 1 : 2500 — 1 : 5000 | 1 : 500 — 1 : 10000 |
| Gonokokken | 1 : 2500 — 1 : 5000 | 1 : 1000 — 1 : 10000 |
| Pneumokokken | 1 : 500 — 1 : 2500 | 1 : 250 — 1 : 100 |
| Staphylokokken | 1 : 500 — 1 : 2500 | 1 : 500 — 1 : 2500 |
| Streptokokken | 1 : 2500 — 1 : 10000 | 1 : 1000 — 1 : 5000 |
| Abortus bang | 1 : 1000 | |

Die Zahlen rechts geben die Werte an für 1 % Serumzusatz zu den Zephirolverdünnungen. Bei besonders hochvirulenten, frisch gezüchteten Coli- und Staphylokokkenstämmen mußten bisweilen Verdünnungen 1 : 200 angewendet werden, um dieselbe Wirkung zu erzielen. Selbst bei ganz dichten Aufschwemmungen von Coli und Staphylo-

kokken (etwa 6 Millionen Keime im ccm) trat nach 5 Minuten langem Einwirken einer Zephirolverdünnung 1 : 100 bzw. 1 : 200 kein Wachstum mehr ein. Beim Keimträgerversuch, den Domagk mit beimpften, sterilen Leinenläppchen ausgeführt hatte, zeigte sich nach $2^1/_2$ bzw. 5 Minuten langer Einwirkung in Verdünnung 1 : 10 bzw. 1 : 20 bei Staphylokokken- und Typhuskulturen kein Wachstum mehr. Auf an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen wirkte Zephirol in Verdünnungen 1 : 25 nach 5—15 Minuten. Domagk stellt bei Zephirol erhebliche entwicklungshemmende Eigenschaften namentlich gegenüber grampositiven Kokken, wie Strepto-, Staphylo- und Pneumokokken fest. Auch in stark eiweißhaltigen Medien z. B. Bouillon mit 10 % Serumzusatz ist die entwicklungshemmende Wirkung noch recht erheblich: Diphtheriebazillen, Strepto- und Pneumokokken z. B. wurden durch Konzentrationen 1 : 50000 in ihrer Entwicklung gehemmt.

Klieve und Meyer untersuchten verschiedene Desinfektionsmittel nach dem für die amtliche Prüfung für Desinfektionsmittel in Amerika vorgeschriebenen Verfahren, der Food and Drug Administration-Methode. Als Testbakterien wurde ein Typhus- und ein Staphylokokkenstamm verwendet, beide wurden vor Beginn der Versuche auf ihre Phenolempfindlichkeit geprüft und erst für die Hauptversuche verwandt, als sie eine gleichbleibende Resistenz zeigten. Durch die Prüfung der Teststämme in Phenol wurden zugleich Vergleichswerte erzielt, deren Coeffizient angibt, um wievielmal die Desinfektionswirkung des geprüften Mittels stärker ist als die der Karbolsäure. Hinsichtlich der keimtötenden Kraft steht Zephirol mit einem Phenolkoeffizienten von 20,1 gegenüber Typhusbazillen und mit 15,0 gegenüber Staphylokokken an der Spitze im Vergleich mit den üblichen Kresol- und Aldehydpräparaten.

| | Typhus | Staphyl. | in Gegenwart v. Serum | Konzentration in % |
|---|---|---|---|---|
| Zephirol | 20 | 15 | 4,2 | 0,5—1,0 |
| Sagrotan | 4,4 | 2,2 | 0,7 | 0,5—1,0 |
| Lysol | 2,2 | 1,8 | 1,0 | 1—2 |
| Alkohol | 1,0 | 1,0 | — | 70 |

In Gegenwart von Eiweißstoffen sinkt zwar der Wert bei Zephirol sehr stark, aber er liegt immer noch höher als der der übrigen Desinfektionsmittel, so daß die Verfasser es besonders zur Desinfektion von Ausscheidungen und Erbrochenem und zur Reinigung infektiös beschmutzter Gegenstände empfehlen.

Rothenberg fand ebenfalls bei seinen Untersuchungen über die Desinfektionskraft des Zephirols mit Hilfe der Suspensions- und der Keimträgermethode günstige Ergebnisse. Er fand, daß auf Staphylokokkus aureus, Streptokokkus haemolyticus, Diphtheriebazillen und Milzbrandsporen eine Zephirolverdünnung 1 : 10000 abtötend wirkte. Rothenberg fand dies Ergebnis, nachdem er die zur Kontrolle verwendeten Bouillonröhrchen 24 bzw. 48 Stunden im Brutschrank beließ. Wir fanden, daß diese Zeit nicht ausreicht, um sicher von einer Abtötung sprechen zu können. Denn bei der Mehrzahl unserer Versuche trat noch nach 72 Stunden Bebrütungszeit ein Wachstum in den Bouillonröhrchen ein.

Schaede stellte eine Abtötung in $2^1/_2$ Minuten durch Verdünnungen 1 : 800 bei Typhus, 1 : 1000 bei Staphylokokkus aureus und Diphtherie und 1 : 500 bei Bakterium Coli fest. Schaede bediente sich der Suspensionsmethode.

Kliewe und Hoch prüften Zephirol nach der von Pesch angegebenen Keimträgermethode, bei der als Keimträger Erbsen verwendet wurden. Dies Verfahren gibt vor allen Dingen über die Tiefenwirkung des Desinfektionsmittels Aufschluß. Zephirol erwies sich im Vergleich mit den anderen gebräuchlichsten Desinfektionsmitteln als Bestes, es tötet in einer Verdünnung 1 : 100 die in die Erbsen eingedrungenen Keime (Staphylokokken) nach 1 Stunde ab.

Bei der Einwirkung chemisch wirksamer Substanzen auf Bakterien müssen wir unterscheiden zwischen einer Entwicklungshemmung und einer Abtötung. Bei dieser Arbeit beschränkten wir uns auf reine Abtötungsversuche. Zur Prüfung der bakteriziden Wirkung eines Desinfektionsmittels gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Wege, entweder benutzt man als Testmaterial eine Keimaufschwemmung — man spricht von Suspensionsmethode — oder man benutzt die Keime an Keimträgern nach der sog. Keimträgermethode. Als Keimträger werden allgemein Mull- und Leinenläppchen, Seidenfäden oder Granaten gewählt. Um den natürlichen Verhältnissen in der zahnärztlichen Praxis möglichst nahe zu kommen, verwendeten wir als Keimträger zahnärztliche Instrumente, in der Mehrzahl Bohrer. Wenn man nun bei diesen Abtötungsversuchen nicht vergleichen will, sind noch andere außerordentlich wichtige Dinge zu beachten, welche bedeutsam bei der Beurteilung eines Desinfektionsmittels sein können, um brauchbare und genaue Werte herauszubekommen. Wenn man prüfen will, ob noch Bakterien nach der Behandlung mit dem Desinfektionsmittel lebend sind, muß man auch für jede Bakterienart den optimalen Nährboden mit der geeigneten Wasserstoffionenkonzentration und mit bestimmten Zusätzen hochwertiger Bakteriennährstoffe wie z. B. Serum, Zucker usw. verwenden (Gins). Ferner ist zu

beachten, ob die Flüssigkeit, in der das Desinfektionsmittel gelöst war, Eiweiß enthielt oder nicht, denn wie schon eingangs erwähnt, läßt bei fast allen Mitteln die Desinfektionskraft erheblich nach in eiweiß- bzw. serumhaltiger Umgebung. Wichtig ist außerdem noch, wie die Oberflächenwirkung auf die Bakterien ist, abgesehen von der Wahl hochvirulenter oder wenig virulenter Teststämme, ob eine dichte Aufschwemmung oder nur eine lockere Aufschwemmung von Bakterien der Wirkung des Desinfektionsmittels ausgesetzt wird.

Aus allen diesen Dingen ergibt sich, wie schwierig es ist, im Reagensglasversuch in Laboratorien an Bakterienkulturen auf künstlichen Nährböden möglichst nahe an die Wirklichkeit zu kommen, und gleichzeitig, daß ein in einem solchen Verfahren gefundenes Ergebnis nicht ohne weiteres für die Praxis maßgebend ist. Der Wert dieser Arbeiten liegt darin, an Hand von Vergleichsversuchen eine günstige Konzentration und Zeiteinwirkung eines Mittels im Vergleich mit anderen zu erhalten. Ist dann erst einmal erwiesen, daß eine bestimmte Menge eines Desinfektionsmittels in einer bestimmten Zeit Bakterien abtötet, muß man dazu übergehen, die praktische Brauchbarkeit unter möglichst der Wirklichkeit nahekommenden Umständen und Bedingungen zu prüfen. Da bei Zephirol viele einschlägige Arbeiten über seine Wirkung gegenüber den verschiedensten Teststämmen vorliegen, und ebenso von mehreren Autoren Vergleiche zwischen Zephirol und den anderen gebräuchlichsten Desinfektionsmitteln vorgenommen worden sind, beschränkten wir uns in dieser Arbeit darauf, das Zephirol zu untersuchen in seiner Desinfektionskraft gegenüber den Infektionen, denen die Instrumente in der zahnärztlichen Praxis ausgesetzt sind, und wieweit es als Mittel zur Kaltsterilisation verwendet werden kann.

## Praktische Versuche.

Bevor die eigentlichen Versuche besprochen werden, sollen zunächst Angaben über die Versuchsanordnung gemacht werden. Zu jedem einzelnen Versuch wurden frische Zephirol-Verdünnungen hergestellt, als Verdünnungsmittel diente keimfreies, destilliertes Wasser. 10 ccm Zephirollösung wurden in bestimmten Verdünnungen in sterile Reagenzgläschen gefüllt, in denen je ein infiziertes Instrument eine bestimmte Zeit belassen wurde. Dann wurde je ein Instrument in je ein steriles Reagenzglas, das mit 10 ccm einer Nährbouillon gefüllt war, gebracht, nachdem es vorher kräftig mit destilliertem Wasser abgespült war. Diese Maßnahme wurde getroffen, um zu vermeiden, daß Reste des Desinfektionsmittels mit in die Bouillon kamen, was ungenaue Werte zur Folge gehabt hätte. Zu jeder Versuchsreihe wurde ein Instrument nach Abspülung aus dem Infektionsmaterial direkt in

die Nährbouillon gebracht zur Kontrolle, ob überhaupt eine Infektion eingetreten war, bzw. um festzustellen, mit welchen Keimen die Infektion erfolgt war. Die Röhrchen wurden dann 96 Stunden im Brutschrank bei 37° bebrütet, jeweils nach 24 Stunden wurde geprüft, ob in den Röhrchen eine Trübung eingetreten war. Nach 96 Stunden konnte kein weiteres Wachstum mehr festgestellt werden, wie mehrere Versuche zeigten, bei denen die Bebrütungszeit auf 120 Stunden ausgedehnt wurde. Zur Kontrolle wurde aus allen getrübten Röhrchen je eine Platinöse voll Material auf verschiedenen Nährböden ausgestrichen und nach 24 Stunden Bebrütung das Ergebnis mikroskopisch untersucht.

Bei den Versuchen, bei denen die Instrumente künstlich infiziert wurden, benutzten wir zahnärztliche Bohrer als Keimträger und zwar wahllos Rosen-, Fissuren- und umgekehrt kegelförmige Bohrer, weil diese sich für die praktische Ausführung am besten eigneten und durch die vielen Rillen und Kerben eine gute Haftung bildeten. Um einen Arbeitswert in Bezug auf Konzentration der Zephirollösung und Einwirkungszeit zu bekommen, wurde zunächst zur Infektion der Instrumente ein Staphylococcus aureus-Stamm, der aus frischem Material des Medizinaluntersuchungsamtes gezüchtet wurde, verwendet. Von einer 24-stündigen Tochterkultur wurden 2 Platinösen (etwa 3 mm Durchschnitt) in 4 ccm einer 3 %igen Traubenzuckerbouillon verrührt. In diese dichte Aufschwemmung wurden die Bohrer getaucht, sodaß sie zur Hälfte in der Flüssigkeit standen, während durch kräftiges Schütteln die übrige Hälfte angefeuchtet wurde. Nach einstündigem Aufenthalt im Brutschrank waren die Keime an den oberen Bohrschäften angetrocknet. Dann wurden die Bohrer in oben angegebener Weise in bestimmte Zephirolverdünnungen eine bestimmte Zeit getaucht und in 3 %ige Traubenzuckerbouillon zur Bebrütung gebracht.

| Zeit der Einwirkung in Minuten | Verdünnungen in % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,1 % | 0,2 % | 0,5 % | 1,0 % | Kontrolle |
| ½′ | ++++ | ++++ | +−++ | +++− | ++++ |
| 1′ | ++++ | ++++ | ++−+ | ———— | |
| 1½′ | ++++ | ++++ | ++−+ | ———— | |
| 2′ | ++++ | +−++ | +——— | ———— | |
| 2½′ | ++++ | +——+ | ———— | ———— | |
| 5′ | +−+− | +——— | ———— | ———— | |
| 10′ | +——+ | +——— | ———— | ———— | |

Jedes Zeichen bedeutet ein Versuch. + = Wachstum, — = kein Wachstum.

Nach 24 Stunden Bebrütungszeit war das Kontrollröhrchen trüb, nach 48 Stunden die Röhrchen mit den kleinsten Verdünnungen, zwischen 48 und 72 Stunden traten die übrigen Eintrübungen ein, aber noch nach 72 Stunden wurden vereinzelt Röhrchen trüb. Es wurde bei diesem Versuch zwar eine erhebliche Wachstumshemmung selbst in kleinsten Konzentrationen und in sehr kurzen Zeiten festgestellt, aber eine sichere Abtötung der Staphylococcen wurde erst durch 2½ Minuten langes Einwirken einer 0,5 %igen, bzw. durch 1 Minute Einwirken einer 1,0 %igen Zephirolverdünnung erreicht.

Bei dem zweiten Versuch sollte festgestellt werden, in welchem Grade die Desinfektionskraft in eiweißhaltiger Umgebung nachläßt. Zu diesem Zwecke wurden 2 Platinösen voll einer Tochterkultur von demselben Staphylococcus-aureus-Stamm, der beim ersten Versuch verwendet wurde, in 4 ccm frischen Hammelblutes verrieben und in diese Aufschwemmung die Bohrer getaucht; weiter wurde genau so verfahren wie beim ersten Versuch.

| Z. d. E. | 0,1 % | 0,2 % | 0,5 % | 1,0 % | Kontrolle |
|---|---|---|---|---|---|
| ½′ | ++++ | ++++ | ++++ | +—+— | ++++ |
| 1′ | ++++ | ++++ | ++—— | —+—+ | |
| 1½′ | ++++ | ++—+ | ++—+ | ———+ | |
| 2′ | ++++ | +++— | ——+— | ———— | |
| 2½′ | ++++ | ++++ | —+—+ | ———— | |
| 5′ | ++—+ | +—++ | ———— | ———— | |
| 10′ | +—++ | +—+— | ———— | ———— | |

Nach 24 Stunden trat die Trübung der Kontrolle ein, die übrigen Röhrchen trübten wie angegeben hauptsächlich zwischen 48 und 72 Stunden ein. Aus diesem Versuch geht hervor, daß eine längere Einwirkungsdauer bzw. eine höhere Konzentration erforderlich war; nunmehr waren bei der 0,5 %igen Verdünnung 5 Minuten und bei der 1,0 %igen 2 Minuten zur Abtötung der Keime erforderlich. In einem Nebenversuch wurde das angetrocknete, infizierte Hammelblut mit einer Bürste und 2 %iger Sodalösung oberflächlich von den Bohrern entfernt, und diese den Lösungen ausgesetzt; hierbei zeigten sich dieselben Ergebnisse wie bei den ersten Versuchen.

Im Folgenden wurden Abtötungsversuche mit einem Subtilis-Stamm angestellt, da in der Mundhöhle sehr häufig sporenbildende Bazillen, zumeist aus der Gruppe der Heu- und Kartoffelbazillen, gefunden werden, und hauptsächlich die Wurzelkanalinstrumente, wie Exstirpationsnadeln, Kerrfeilen usw. bei der Behandlung von Zähnen mit gangränösem Kanalinhalt diesen Infektionen ausgesetzt sind. Vom Subtilis-Stamm wurden einige Kolonien auf Maggi-Agar ausgestrichen

und täglich mikroskopisch untersucht, wieweit eine Sporenbildung eingetreten war. Nach 4 Tagen war Sporenbildung erkennbar, und es wurden Bohrer mit diesem Material grob mechanisch verschmiert. Dann wurde, nachdem die Keime angetrocknet waren, wie bei den ersten Versuchen verfahren. Es wurden von vornherein längere Einwirkungszeiten gewählt, um der größeren Resistenz der sporenbildenden Bakterien Rechnung zu tragen.

| | Einwirkungszeiten in Minuten | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | 30 | 45 | 60 | Kontrolle |
| 0,5 % | ++ | ++ | —— | —— | ++ |
| 1,0 % | ++ | —— | —— | —— | |

Wie die Tabelle zeigt, war auch erst nach 45 Minuten Einwirkungsdauer durch die 0,5 %ige und nach 30 Minuten Dauer durch die 1,0 %ige Zephirolverdünnung eine Abtötung erzielt worden.

Das Ergebnis aus diesen Versuchen war, daß für die Desinfektion in der Praxis die kleinen Zephirolverdünnungen von 0,1 % und 0,2 % nicht in Frage kommen können, da diese für eine Abtötung zu unsicher sind, bzw. eine zu lange Zeit in Anspruch nehmen. Daher beschränkten wir uns bei den folgenden Versuchen auf die 0,5- und 1 %igen Zephirolverdünnungen.

Um den Infektionen, denen die Instrumente in der zahnärztlichen Praxis ausgesetzt sind, möglichst nahe zu kommen, wurde bei den nächsten Versuchen das infektiöse Material aus der zahnärztlichen Universitätsklinik beschafft. Da es zu umständlich war an den chirurgischen Instrumenten: Zangen, Hebel u. dgl. die Desinfektionsversuche zu machen, wurden extrahierte Wurzeln mit putridem Kanalinhalt, Granulome, die mit Hilfe von scharfen Löffeln excaviert waren, und Pus in steriler physiologischer Kochsalzlösung in das Hygienische Institut gebracht und mit diesem Material Instrumente infiziert. Zur Feststellung, was für Bakterienarten in dem Material waren, wurden Abstriche auf Nährböden gebracht. Wir fanden bei allen in der Hauptsache gramnegative Stäbchen und vergrünende Streptococcen und in zwei Fällen Coli-Bakterien, deren Vorhandensein noch auf Spezialnährböden genauer identifiziert wurde.

I.

| Z. d. E. | 0,5 % | 1,0 % | Kontrolle |
|---|---|---|---|
| 1/2′ | ++—+ | —+—— | ++++ |
| 1 1/2′ | ++—— | ———— | |
| 2 1/2′ | ———— | ———— | |
| 5′ | ———— | ———— | |
| 10′ | ———— | ———— | |

II.

| Z. d. E. | 0,5 % | 1,0 % | Kontrolle |
|---|---|---|---|
| 1/2′ | ++++ | ++—— | ++++ |
| 1 1/2′ | ++—— | —————— | |
| 2 1/2′ | +——— | ———— | |
| 5′ | ——— | ———— | |
| 10′ | ——————— | ——— | |

III.

| Z. d. E. | 0,5 % | 1,0 % | Kontrolle |
|---|---|---|---|
| 1′ | —+ | —+ | ++ |
| 2 1/2′ | ++ | —— | |
| 5′ | —— | —— | |
| 10′ | —— | —— | |

Bei den Versuchen, die in der ersten Tabelle angegeben werden, handelt es sich um Infektionen mit Wurzeln mit putridem Kanalinhalt, in der zweiten um solche mit Pus und dem Inhalt von Granulomen und beim dritten um die beiden Fälle, bei denen Coli-Bakterien gefunden wurden. Wie aus den Tabellen hervorgeht, ergab sich bei der 0,5 %igen Zephirolverdünnung nach 5 Minuten eine völlige Sterilität und bei der 1 %igen nach 2 1/2 Minuten langer Einwirkung.

Aus der konservierenden Abteilung der Zahnklinik wurden eine Anzahl Bohrer und Exstirpationsnadeln, die bei der Behandlung von Zähnen mit gangränösem Kanalinhalt infiziert waren, in sterilen Petrischalen in das Hygienische Institut gebracht. Die Prüfung der Infektionskeime erfolgte wieder kulturell und mikroskopisch. Es wurden hauptsächlich vergrünende Streptokokken, nicht haemolysierende Staphylokokken und grampositive sporenbildende Stäbchen (Heu- und Kartoffelbazillen) gefunden. Ein Teil der Instrumente wurde mit angetrockneten Keimen direkt der Desinfektionsflüssigkeit ausgesetzt, ein anderer wurde vorher in 2 %iger Sodalösung mit einer Bürste oberflächlich gereinigt. In der ersten Tabelle stehen die Angaben über die nicht vorbehandelten Bohrer und Exstirpationsnadeln:

I.

| Exstirpationsnadeln | | | | Bohrer | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Z. d. E. | 0,5 % | 1,0 % | Kontr. | Z. d. E. | 0,5 % | 1,0 % | Kontr. |
| 2 1/2′ | +++ | +++ | +++ | 2 1/2′ | +++ | +++ | +++ |
| 5′ | +++ | +—+ | | 5′ | +—+ | +—— | |
| 10′ | +—+ | +—— | | 10′ | ——+ | ——— | |
| 15′ | +—— | ——— | | 15′ | ——— | ——— | |
| 20′ | ——— | ———— | | | | | |

In der zweiten Tabelle die Angaben der mit Sodalösung behandelten Bohrer und Exstirpationsnadeln.

II.

| Exstirpationsnadeln | | | | Bohrer | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Z. d. E. | 0,5 % | 1,0 % | Kontr. | Z. d. E. | 0,5 % | 1,0 % | Kontr. |
| 2½′ | ++ | ++ | ++ | 2½′ | +++ | +—+ | +++ |
| 5′ | ++ | +— | | 5′ | +—— | ——— | |
| 10′ | +— | —— | | 10′ | - — | ——— | |
| 15′ | —— | —— | | 15′ | ——— | ——— | |
| 20′ | — - | — — | | | | | |

Durch die größere Resistenz der sporenbildenden Bakterien mußten erheblich höhere Einwirkungszeiten genommen werden, so daß bei den Bohrern erst nach 15 bzw. 10 Minuten Keimfreiheit eintrat, bei den Exstirpationsnadeln war die Zeit noch länger, da diese noch stärker mit dem infektiösen Material in den Wurzelkanälen verunreinigt waren. Durch vorheriges Reinigen mit Sodalösung trat schon nach kürzerer Zeit eine Keimfreiheit ein.

Mit einem Satz Zahnreinigungsinstrumente wurden in schlecht gepflegten Mundhöhlen Zahnreinigungen vorgenommen. Die durch Zahnstein, Beläge und Blut verunreinigten Instrumente wurden zum Antrocknen liegen gelassen und wieder z. T. in diesem Zustand den Zephirolverdünnungen ausgesetzt, zum Teil wurden sie in oben beschriebener Weise oberflächlich gereinigt.

| I. | | | | II. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Z. d. E. | 0,5 % | 1,0 % | Kontr. | Z. d. E. | 0,5 % | 1,0 % | Kontr. |
| 1′ | +++ | ++— | +++ | 1′ | +++ | —+— | +++ |
| 2′ | ++— | ++— | | 2′ | —+— | ——— | |
| 5′ | —+— | ——— | | 5′ | ——— | ——— | |
| 10′ | ——— | ——— | | 10′ | ——— | —— - | |

Die erste Tabelle gibt die Zeiten an, die zur Abtötung der Keime benötigt wurden, ohne vorherige Säuberung mit 2 %iger Sodalösung und die 2. Tabelle die Zeiten nach der oberflächlichen Reinigung. Es wurden wieder in der Mehrzahl Staphylokokken und vergrünende Streptokokken bei der Bakterienprüfung gefunden. Die Keimfreiheit trat nach 10 bzw. 5 Minuten ein, durch vorheriges Reinigen konnten die Einwirkungszeiten um die Hälfte verkürzt werden.

Wenn metallische Instrumente längere Zeit in einer Desinfektionsflüssigkeit aufbewahrt werden sollen, so ist neben der Desinfektionskraft eine der größten Forderungen, daß die Instrumente vor Rost

geschützt sind. Denn abgesehen von der durch Rost verursachten Unansehnlichkeit büßen die Instrumente an Schärfe und Schneidkraft erheblich ein, was eine rasche Abnutzung zur Folge hätte. Zephirol ist, wie schon anfangs erwähnt, eine wäßrige Lösung, die immer Spuren von Sauerstoff und Kohlensäure enthält, so daß die Instrumente nicht vor Rost geschützt sind. Zwar kann man gut vernickelte oder verchromte Instrumente in Zephirollösungen ohne Rostgefahr belassen, aber bei fast allen Instrumenten wird der Nickel- oder Chromüberzug mit der Zeit schadhaft. Die I. G. Farben-Industrie liefert zu den Zephirollösungen ein Rostschutzmittel: Natriumnitrit, das in Tablettenform zu je 2,5 g den Verdünnungen zugesetzt werden soll, der Bestandteil an Natriumnitrit soll 0,5 % betragen.

Dieser Rostschutz wurde in einigen Versuchen geprüft. Es wurden je 6 neue Bohrer ohne jede Rostflecken oder irgendwelche schadhaften Stellen nach Entfettung mit Xylol in Reagenzgläschen mit 10 ccm 1 %iger Zephirolverdünnung mit und ohne Zusätzen von Natriumnitrit und Soda, das zu Vergleichszwecken mit herangezogen wurde, getaucht und längere Zeit darin belassen.
Versuchsanordnung:

I. 1 %ige Zephirollösung ohne Zusätze
II. 10 ccm 1 %ige Zephirollösung + 1 ccm 1 %ige Soda-Lösung
III. 10 ccm 1 %ige Zephirollösung + 1 ccm 2 %ige Soda-Lösung
IV. 1 %ige Zephirollösung + Natriumnitrit 0,5 %

Nach 24 Stunden war bei I die Flüssigkeit im Bereich der Bohrer gelb-bräunlich verfärbt. Lösungen II—IV klar. Nach 3 Tagen bei I stärkere Verfärbung, deutliche Rostbildung, nach 5 Tagen II ebenfalls etwas verfärbt. Nach 8 Wochen: Bei I Flüssigkeit schmierig trübe, Bohrer schwarz und unansehnlich, II und III Flüssigkeit bräunlich verfärbt, Rostansatz an verschiedenen Stellen, IV Flüssigkeit noch völlig klar, es war keine Spur von Rostansatz festzustellen. Bei einem weiteren Versuch sollte festgestellt werden, ob ein Weiterrosten bei frisch angerosteten Instrumenten in Zephirollösung mit Natriumnitrit festzustellen ist. 6 neue Bohrer wurden nach Entfettung angefeuchtet und an der Luft getrocknet bis frische Rostflecke zu sehen waren, die dann genau aufgezeichnet wurden. Nach 7 Wochen Aufenthalt in der Flüssigkeit war keine weitere Rostbildung zu erkennen.

Beim dritten Versuch wurden je 4 neue, vernickelte Instrumente (Sonden und Zahnreinigungsinstrumente) und je 4 alte, gebrauchte Instrumente, deren Nickelüberzug zum größten Teil schadhaft geworden war — je 2 alte und 2 neue in einem Gefäß — so in Flüssigkeit getaucht, daß der obere Teil nicht bedeckt wurde.

I. in 1 %iger Zephirollösung ohne Zusatz
II. in 1 %iger Zephirollösung mit Natriumnitrit 0,5 %.

Schon nach 12 Stunden verfärbte sich die Flüssigkeit bei I sehr stark, deutlicher Rostansatz zeigte sich nach 24 Stunden an den alten Instrumenten, an den neuen nach 3 Tagen. Nach 8 Wochen war die Flüssigkeit bei I bis zur Hälfte verdunstet, schmierig verfärbt, und alte wie neue Instrumente von Rost überzogen. Bei II war die Flüssigkeit klar, nicht verdunstet, und es zeigte sich keinerlei Rostansatz.

Auf Grund dieser Versuche kann man das Natriumnitrit als sicheres Rostschutzmittel ansprechen, das die Sodawirkung noch bei weitem übertrifft.

Die nächsten Versuche sollten feststellen, ob der Zusatz von Natriumnitrit die Desinfektionskraft der Zephirolverdünnungen beeinträchtigt. Zu diesem Zwecke wurden Vergleichsversuche sowohl mit dem Staphylokokkus-aureus-Stamm, der zu den ersten Versuchen verwendet wurde, als auch mit infektiösem Material aus der zahnärztlichen Klinik angestellt. Es wurden nebeneinander Zephirolverdünnungen mit und ohne Natriumnitrit-Zusatz hergestellt, dann in der gleichen Weise verfahren wie bei den ersten Versuchen.

I. Staphylokokkus aureus:

| | 0,5 % | | 1,0 % | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Z. d. E. | ohne | mit | ohne | mit | Kontrolle |
| ½′ | ÷++— | ++—— | ++—— | ++—— | ++++ |
| 1½′ | ++—+ | +——+ | ——— | ——— | |
| 2½′ | ——— | ——— | ——— | ——— | |
| 5′ | ——— | ——— | ——— | ——— | |
| 10′ | ——— | ——— | ——— | ——— | |

II. Infektionsmaterial aus der Zahnklinik:

| | 0,5 % | | 1,0 % | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Z. d. E. | ohne | mit | ohne | mit | Kontrolle |
| ½′ | ++++ | ++++ | —+ -+ | —+++ | ++++ |
| 1′ | ++—— | +——+ | —+—— | ——+ — | |
| 1½′ | ++—+ | ++—— | ——— | ——— | |
| 2½′ | +——— | +——— | ——— | —— —— | |
| 5′ | ——— | ——— | ——— | ——— | |
| 10′ | ——— | ——— | —— —— | —— — | |

Das Ergebnis dieser Versuche zeigt, daß, abgesehen von geringen Abweichungen in einigen Fällen, keine Beeinträchtigung durch den Zusatz von Natriumnitrit weder in Form einer Desinfektionssteigerung noch -abschwächung festzustellen ist.

Weiterhin wurde die Haltbarkeit der Zephirolverdünnungen in Bezug auf die Desinfektionswirkung untersucht, indem Lösungen an-

gesetzt wurden, wovon ein Teil sofort zu Versuchen benutzt wurde und ein anderer in offenen Gefäßen 4 Wochen lang im Zimmer stand. Die Versuche wurden dann unter denselben Bedingungen angesetzt wie bei den frischen Lösungen. In beiden Fällen wurde frisches Infektionsmaterial aus der Zahnklinik mit nahezu gleichen Keimarten verwendet. Es konnte innerhalb dieser Zeit kein Nachlassen der Desinfektionskraft festgestellt werden.

Im Folgenden wurde untersucht, ob die Desinfektionswirkung des Zephirols auch zur Sterilisation von Hand- und Winkelstücken in der zahnärztlichen Praxis ausgewertet werden kann. Denn genau wie bei allen übrigen Instrumenten, die mit der Mundhöhle des Patienten in Berührung kommen, ist eine einwandfreie Keimabtötung an den Hand- und Winkelstücken unerläßlich, zumal diese noch häufiger als die übrigen Instrumente verwendet werden und in möglichst kurzer Zeit wieder gebrauchsfertig sein müssen. Die Ansprüche an eine solche Desinfektionsflüssigkeit sind größer, es genügt eine Keimfreimachung allein nicht, die Flüssigkeit, in der Hand- und Winkelstücke dauernd aufbewahrt werden sollen, muß noch eine ausreichende Schmierwirkung besitzen, und die Benetzungsfähigkeit muß besonders groß sein, um die Flüssigkeit auch in die Innenteile überall hingelangen zu lassen. Wie anfangs erwähnt, ist Zephirol eine wäßrige Lösung, und als solche besitzt sie keine Schmierwirkung. Man wäre also gezwungen, die Instrumente zusätzlich zu ölen, was eine Verschmierung und unter Umständen eine Beeinträchtigung der Keimfreiheit zur Folge hätte. Es mußte also ein geeignetes Zusatzmittel gefunden werden. Nach verschiedenen Versuchen fanden wir chemisch reines Glycerin am geeignetesten, das sich mit Zephirol in jedem Verhältnis mischen läßt, ohne daß eine Trübung oder Ausfällung stattfindet. Das Glycerin darf vorher nicht erhitzt werden, da schon bei 76° eine chemische Umwandlung eintritt, die die Desinfektionskraft des Zephirols herabsetzt, wie einige Versuche zeigten, bei denen Glycerin zur Sterilisierung bis zu seinem Siedepunkt (290°) erhitzt wurde. Ein leichtes Erwärmen auf etwa 50° läßt die Vermischung von Glycerin, Zephirol und Natriumnitrit etwas schneller und kräftiger herbeiführen. Auf Grund der Vorversuche wurde folgende Zusammensetzung als am besten geeignet gewählt:

Auf 100 Teile Flüssigkeit:

50 Teile chemisch reines Glycerin

45 Teile destilliertes Wasser

5 Teile Zephirol + Natriumnitrit 0,5 %

Diese Lösung ist gleichbedeutend mit einer 5 %igen Zephirolverdünnung. Es wurde absichtlich ein so hoher Zephirolzusatz ge-

nommen, weil Versuche zeigten, daß Glycerin die Desinfektionskraft etwas herabsetzt.

| | ½ | 1 | 2½ | 2 | 2½ | 3 | 5 | Min. | Kontrolle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | ++ | ++ | ++ | ++ | +— | —— | —— | | ++ |
| II | ++ | —— | —— | —— | —— | —— | —— | | |

Bei diesen Versuchen wurden Staphylokokken zur Infektion benutzt unter Anordnung der ersten Versuche. Die erste Zeile gibt die Zeiten an, bei der durch die 1 %ige Glycerin-Zephirollösung eine Abtötung erfolgte, in der zweiten Zeile die Werte für die 1,0 %ige Zephirolverdünnung. Es war also bei der Zephirol-Glycerinlösung die dreifache Zeit zur Abtötung erforderlich.

Die 5 %ige Zephirol-Glycerinlösung wurde in weiteren Versuchen mit zwei der gebräuchlichsten Desinfektionsflüssigkeiten für Hand- und Winkelstücke — als A und B bezeichnet - die auf Grund verschiedener Arbeiten als besonders wirksam empfohlen werden, verglichen. Es wurden die drei Flüssigkeiten nebeneinander unter gleichen Bedingungen nach der Keimträgermethode auf ihre Desinfektionswirkung geprüft. Wie bei den anderen Versuchen wurden als Keimträger Bohrer benutzt und als Infektionsmaterial Staphylokokken, Streptokokken, Coli-Bakterien und Diphtheriebazillen, die alle aus frischen Fällen im Medizinaluntersuchungsamt gezüchtet waren.

I. Staphylokokkus aureus:

| | ½ | 1 | 2½ | 5 | 10 | 15 | Min. | Kontrolle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeph. Glyc. | +++ | —+— | ——— | ——— | ——— | ——— | | +++ |
| A | +++ | +++ | +++ | +—— | —— | —— | | |
| B | +++ | +++ | +—+ | ——+ | —— | —— | | |

II. Streptokokkus haemolyticus:

| | ½ | 1 | 2½ | 5 | 10 | 15 | Min. | Kontrolle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeph. Glyc. | +++ | —+— | ——— | ——— | ——— | ——— | | +++ |
| A | +++ | ++— | +—— | ——— | — | —— | | |
| B | +++ | +++ | +—+ | ——— | —— | —— | | |

III. Diphtherie-Bazillen:

| | 1 | 2½ | 5 | 10 | 15 | Min. | Kontrolle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeph. Glyc. | ++ | +— | +— | —— | —— | | ++ |
| A | ++ | ++ | +— | —— | —— | | |
| B | ++ | ++ | ++ | —— | —— | | |

IV. Bakterium Coli:

| | 1 | 2½ | 5 | 10 | 15 | Min. | Kontrolle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeph. Glyc. | +++ | ++– | +– | – | – | | +++ |
| A | +++ | – | – | – | – | | |
| B | +++ | +++ | ++ | | | | |

Aus den Tabellen geht hervor, daß die Desinfektionswirkung der Zephirol-Glycerinlösung den beiden anderen Mitteln bei der Abtötung von Staphylokokken und Streptokokken überlegen ist. Wir fanden in allen Fällen schon nach 2½ Minuten Einwirkung eine sichere Abtötung, während die anderen Desinfektionsmittel bei Staphylokokken 10 und bei Streptokokken 5 Minuten benötigten. In der Einwirkung auf Diphtheriebazillen zeigten sich bei allen drei Flüssigkeiten keine wesentlichen Unterschiede, bei den Coli-Bakterien war das Mittel A der Zephirol-Glycerinlösung überlegen. Aber jeweils nach 10 Minuten konnte eine sichere Abtötung der eingebrachten Bakterienarten festgestellt werden.

Zur Feststellung, ob auch in den Innenteilen der Hand- und Winkelstücke eine Desinfektion durch die Lösung eintritt, wurden mehrere Versuche angestellt. Nach gründlicher Reinigung und Entfettung wurden die Innenteile von Handstücken, nachdem die äußere Schutzhülle entfernt war, mit einer Bakterienaufschwemmung, bei der Staphylokokken in Speichelflüssigkeit verrieben waren, grob verunreinigt. Die Hülsen wurden wieder aufgesetzt, und das Handstück etwa 1 Stunde liegen gelassen. Dann wurden als Kontrolle Stellen des Innenteils mit sterilen Mulläppchen abgewischt und diese in Nährbouillon gebracht. Hierauf wurden die Handstücke der Zephirol-Glycerinlösung 5 bzw. 10 Minuten ausgesetzt, die Schutzhülse wieder abgenommen, die Innenteile kräftig abgespült und mit sterilen Mulläppchen wiederum abgewischt. Diese wurden ebenfalls in Nährbouillon getaucht und 96 Stunden bebrütet. In allen Fällen waren die Kontrollröhrchen trüb, bei den übrigen konnte kein Wachstum festgestellt werden. Bei Winkelstücken wurden Innenteile — Walzen, in denen die Bohrer befestigt werden — herausgenommen und in die gleiche Bakterienaufschwemmung gelegt, dann wieder in die Winkelstücke eingesetzt, worauf diese in die Desinfektionsflüssigkeit getaucht wurden. Nach 5 Minuten Einwirkung wurden die Walzen wieder aus den Winkelstücken herausgenommen und nach Abspülung mit destilliertem Wasser in Bouillonröhrchen bebrütet. Auch hier konnte eine völlige Abtötung der Keime nach 5 Minuten festgestellt werden. Diese Versuche beweisen, daß auch in den schwer zugänglichen Innenteilen der Hand- und Winkelstücke eine völlige Keimfreiheit erzielt wird, die Benetzungsfähigkeit also ausreichend ist.

Die Schmierfähigkeit der Zephirol-Glycerinlösungen prüften wir in praktischen Versuchen. Wir entfetteten ein Handstück mit Xylol und ließen es in einer Bohrmaschine mit größter Umdrehungszahl laufen. Nach 3 Minuten zeigte sich eine spürbare Erwärmung, nach 8 Minuten deutliche starke Erwärmung, verbunden mit unruhigem Lauf. Darauf stellten wir das Handstück 10 Minuten in die Lösung und ließen es wieder laufen. Nach einer Stunde ununterbrochenen Laufens ohne Belastung stellte sich eine geringe Erwärmung ein. Nach Auseinandernehmen des Handstückes zeigte es sich, daß alle Teile sich noch stark fettig anfühlten. Das Handstück wurde während der nächsten 24 Stunden trocken aufbewahrt und wieder eine Stunde lang in Betrieb genommen, auch da war keine wesentliche Erwärmung festzustellen. Die weiteren praktischen Versuche bestanden darin, daß die Hand- und Winkelstücke, mit denen die Assistenten der konservierenden Abteilung der Zahnklinik am Patienten arbeiten, nach Reinigung und Entfettung in der Zephirol-Glycerinlösung aufbewahrt und in üblicher Weise benutzt wurden. Hierdurch sollte festgestellt werden, ob bei langer und starker Belastung, wie das z. B. beim Schleifen und Polieren der Fall ist, die Schmierwirkung ausreichend ist. Nach den bisherigen Erfahrungen — die Hand- und Winkelstücke wurden etwa 3 Wochen in der Zephirol-Glycerinlösung aufbewahrt und täglich benutzt — machte sich keine mangelnde Schmierfähigkeit bemerkbar, die Hand- und Winkelstücke liefen während der Zeit ruhig, es trat keine außergewöhnliche Erwärmung ein. Gegenüber anderen Desinfektionsflüssigkeiten für Hand- und Winkelstücke blieb die Lösung klar, eine Verschmierung der Instrumente konnte nicht festgestellt werden.

## Zusammenfassung.

Zephirol wurde auf seine Verwendbarkeit zur Kaltsterilisation von zahnärztlichen Instrumenten untersucht. Die Versuche wurden mit frischen, dichten Bakterienaufschwemmungen oder mit Infektionsmaterial aus der täglichen zahnärztlichen Praxis nach der Keimträgermethode angelegt. Am sichersten erwiesen sich die Verdünnungen 1 : 100 bzw. 1 : 200, die in allen Fällen eine Abtötung der vegetativen Bakterienformen in 5 Minuten durch die 0,5 %ige und in 2 Minuten durch 1,0 %ige Zephirolverdünnung herbeiführten. Bei sporenbildenden Bazillen mußten wir die Einwirkungszeiten auf 45 bzw. 30 Minuten ausdehnen. Die Gefahr des Rostansatzes bei metallischen Instrumenten wird durch Zusatz von Natriumnitrit völlig beseitigt, ohne daß durch diesen Zusatz die Desinfektionswirkung beeinträchtigt wird. Die Zephirolverdünnungen verlieren selbst nach längerem Stehen in offenen Gefäßen nicht an Desinfektionskraft. Zur Des-

infektion von Hand- und Winkelstücken eignet sich Zephirol in 5 %iger Lösung nur mit einem Zusatz von 50 % Glycerin. Die Desinfektionskraft dieser Lösung ist ausreichend. Eine Abtötung von vegetativen Bakterienformen tritt in allen Fällen nach 10 Minuten sicher ein, im Vergleich mit anderen Desinfektionsmitteln für Hand- und Winkelstücke zeigte sich die Glycerin-Zephirollösung zum Teil überlegen. Die Schmier- und Benetzungsfähigkeit ist für die zahnärztliche Praxis ebenfalls nach den besherigen Erfahrungen als ausreichend zu bezeichnen.

Die praktische Verwertbarkeit der Versuchsergebnisse sollen noch kurz besprochen werden. Die kostspieligen Desinfektionsapparate werden durch die Desinfektionswirkung des Kaltsterilisationsverfahrens mit Zephirolverdünnungen in der zahnärztlichen Praxis überflüssig. Dieses Verfahren wirkt schneller und sicherer, ist einfacher und billiger. Zur Schnelldesinfektion, namentlich bei Spiegeln, Sonden und Pinzetten, die bei jedem Patienten gebraucht werden, legt man die Instrumente in eine Schale mit 1,0 %iger Zephirolverdünnung + Natriumnitrit 0,5 % und trocknet sie zum Gebrauch mit einem sterilen Tuch. Alle übrigen Instrumente werden ebenfalls nach Gebrauch in die Lösungen getaucht und nach einer halben Stunde etwa abgetrocknet und beiseite gelegt. Instrumente, die mit Blut oder dergl. verunreinigt sind, werden vorher gesäubert. Vor operativen Eingriffen werden die benötigten Instrumente nochmals in Zephirollösung gelegt und von dort auf ein steriles Tuch auf den Operationstisch gebracht. Bohrer können ebenfalls in Zephirolverdünnungen sterilisiert werden, nur müssen sie vorher mit einer Bürste, z. B. einer alten Zahnbürste oder dergl. in Sodalösung von Bohrstaub usw. gereinigt werden. Es empfiehlt sich, Instrumente für die Wurzelbehandlung: Exstirpationsnadeln, Millernadeln usw. nach Gebrauch zu reinigen und dauernd bis zum nächsten Gebrauch in der Desinfektionsflüssigkeit zu belassen.

Eine Anforderung, die bei der Beurteilung eines Desinfektionsmittels eine wichtige Rolle spielt, die Wirtschaftlichkeit, soll noch kurz behandelt werden. Zephirol ist im Gebrauch als sehr billig zu bezeichnen: 1 Ltr. gebrauchsfertige 0,5 %ige Zephirollösung kostet 5,6 Pfg. Die Glycerin-Zephirollösung, die im Bedarfsfalle jederzeit zubereitet werden kann, ist sehr viel billiger als die fabrikmäßig gelieferten Desinfektionsflüssigkeiten für Hand- und Winkelstücke. Ein Ltr. der gebrauchsfertigen Lösung kostet RM. 1,81, entgegen durchschnittlich mindestens dem doppelten Preis der gebräuchlichen Flüssigkeiten. Man braucht für die Füllung eines der gebräuchlichen Desinfektionsgefäße für Hand- und Winkelstücke etwa 300—400 ccm. Demnach ist die Verwendung von Zephirolverdünnungen zur Kaltsterilisation als durchaus wirtschaftlich zu bezeichnen.

# Literaturverzeichnis.


1. Brekenfeld: Instrumentensterilisierversuche mit kochenden Zephirollösungen. Der Deutsche Militärarzt 1938, H. 1.
2. Bisping, L.: Desinfektionsversuche mit Zephirol unter besonderer Berücksichtigung der Hände- und Instrumentedesinfektion. Inaug.-Diss. Münster 1935.
3. Caesar, F.: Erfahrungen mit Zephirol. Fortschr. Ther. 1935 H. 4.
4. Cremer: Inaug.-Diss. Münster 1934.
5. Dechow, K.: Vergleichende Untersuchungen über die bakterizide Wirkung einiger Desinfektionsmittel, sowie über deren Einfluß auf Instrumente in der konservierenden Zahnheilkunde. Zeitschr. f. Desinf. 1931 H. 11.
6. Domagk: Eine neue Klasse von Desinfektionsmitteln. Dtsch. med. Wschr. 1935. Nr. 21.
7. Gins: Einführung in die Bakteriologie für Zahnärzte. Verlag J. F. Lehmann, München.
8. Gorgon: Zur Wundheilung nach aseptischen Operationen mit primärem Wundverschluß. Chirurg. 1937, H. 3.
9. Hochmuth: Das Wundbad in der Chirurgie und seine wissenschaftliche Begründung. Med. Klinik 1936, Nr. 9.
10. Hornung: Zephirol, ein neues Desinfektionsmittel. Ztschr. Immun. Fortschr. 1935, Bd. 84.
11. Jötten u. Schön: Zephirol zur Händedesinfektion. Med. Welt 1936, Nr. 40.
12. Klieve u. Hoch: Neue biologische Methoden der Desinfektionsmittelprüfung. Zeitschr. f. Desinfektoren u. Laboranten 1936, H. 10.
13. Klieve u. Meyer: Vergleichende Untersuchungen über die gebräuchlichsten Desinfektionsmittel. Münch. med. Wschr. 1936, Nr. 8.
14. Pels Leusden: Allgemeine Gesichtspunkte für die Beurteilung von chemischen Desinfektionsmitteln. Med. Klinik 1931, Nr. 38.
15. Rodecurt, M.: Zephirol in der Behandlung des Trichomonasfluors und der Trichomonas-Endemetritis-Blutung. Dtsch. med. Wschr. 1935, Nr. 19.
16. Rothenberg, Fr.: Zephirol, ein neues Desinfektionsmittel und seine Anwendung zur Desinfektion von Zahnbürsten. Inaug.-Diss. Göttingen 1935.
17. Schmidt, W.: Praktische Erfahrungen mit dem neuen Desinfektionsmittel Zephirol. Med. Welt 1935, Nr. 29.
18. Wetzel, U.: Händedesinfektionsversuche mit Zephirol. Arch. Hyg. 1935, Bd. 114.
19. Siburg, F.: Untersuchungen über die Sterilisation von Hand- und Winkelstücken. Correspondenzblatt f. Zahnärzte 1925, H. 9.

# Lebenslauf.

Am 25. Juni 1913 wurde ich als Sohn des Kaufmanns Gustav Redecker und seiner Ehefrau Minna geb. Plaßmeyer in Hannover geboren. Nach vierjährigem Besuch einer Bürgerschule kam ich Ostern 1923 auf das Ratsgymnasium (vorm. Lyzeum I) in Hannover, wo ich Ostern 1933 die Reifeprüfung bestand. Die Zeit vom 19.4.33 bis 10.9.33 verbrachte ich im freiwilligen Arbeitsdienst, anschließend war ich ein halbes Jahr in einem zahntechnischen Labor tätig. Im S.-S. 1934 wurde ich als Studierender der Zahnheilkunde in der Universität München eingeschrieben. Dort bestand ich im Sommer 1935 die zahnärztliche Vorprüfung. Vom W.-S. 1935/36 bis zum W.-S. 1937/38 studierte ich in Göttingen und erhielt hier am 9. November 1937 die Approbation als Zahnarzt. Anschließend war ich bis Oktober 1938 als Vertreter und Assistent, von der Zeit ab als Doktorand tätig.

---

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Schütz für die Überlassung des Themas und Fräulein Dr. Winkler für die freundliche Hilfsbereitschaft bei der Ausarbeitung herzlich danken. Herrn Professor Dr. Rebel danke ich für die Überlassung von Untersuchungsmaterial und für die Anregung und Unterstützung bei den praktischen Versuchen in dem Zahnärztlichen Institut.